УДК 629.7.069

**Є. А. Родюк, Д. В. Нестерова**

# МОДЕРНІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ КПА-ПВД ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО МОДУЛЯ

***Анотація:*** *Розглянуто напрям удосконалення контрольно-перевірочної апаратури КПА-ПВД, призначеної для перевірки аерометричних приладів літака МиГ-29, шляхом упровадження цифрового вимірювального модуля. Визначено актуальність модернізації апаратури з огляду на розвиток цифрової вимірювальної техніки, мікропроцесорних систем і засобів автоматизованого контролю. Запропоновано структуру модуля, до складу якої входять датчики тиску, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, інтерфейс передавання даних і засіб відображення результатів, та описано принцип його взаємодії з пневматичною системою і блоком керування.*

***Ключові слова:*** *аерометричні прилади, повний і статичний тиск, контрольно-перевірочна апаратура, КПА-ПВД, цифровий вимірювальний модуль, автоматизований контроль, літак МиГ-29.*

***Abstract:*** *This paper examines an approach to improving the CPA-PVD test and verification equipment designed for testing the air data instruments of the MiG-29 aircraft through the implementation of a digital measurement module. The relevance of modernizing the equipment is substantiated in view of advances in digital measurement technology, microprocessor-based systems, and automated testing methods. A proposed module architecture is presented, comprising pressure sensors, an analog-to-digital converter, a microcontroller, a data transmission interface, and a results display device. The operating principle of the module and its interaction with the pneumatic system and control unit are also described.*

***Keywords:*** *air data instruments, total and static pressure, test and verification equipment,CPA-PVD, digital measurement module, automated testing, MiG-29 aircraft.*

Аерометричні прилади літака визначають параметри польоту шляхом вимірювання повного та статичного тиску. Достовірність їхніх показань залежить від технічного стану приймачів повітряного тиску, герметичності пневматичних магістралей і справності вимірювальних приладів.Для перевірки цих систем застосовується контрольно-перевірочна апаратура КПА-ПВД. Актуальним напрямом її модернізації є впровадження цифрового вимірювального модуля, що відповідає сучасному розвитку вимірювальної техніки та засобів автоматизованого контролю.

Метою роботи є розроблення пропозицій щодо вдосконалення структури КПА-ПВД шляхом упровадження цифрового модуля для контролю повного та статичного тиску під час технічного обслуговування аерометричних приладів літака МиГ-29.До складу модуля пропонується включити датчики тиску, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, інтерфейс передавання даних і засіб відображення результатів. Модуль забезпечуватиме отримання сигналів від датчиків, їх цифрове перетворення й оброблення, відображення поточних значень, порівняння з контрольними параметрами та збереження результатів перевірки. Це дасть змогу скоротити кількість ручних операцій і спростити документування результатів.

Запропонована структура передбачає такі основні функції:

– вимірювання контрольованих значень тиску;

– цифрове перетворення та оброблення вимірювальних сигналів;

– відображення результатів у зручному для оператора форматі;

– автоматичну реєстрацію результатів перевірки;

– передавання даних до системи керування;

– контроль працездатності вимірювального каналу та виявлення помилок.

Для забезпечення необхідної точності цифровий вимірювальний модуль повинен мати метрологічні характеристики, що відповідають вимогам до перевірки конкретних аерометричних приладів. Під час проєктування необхідно враховувати діапазон вимірювання, похибку датчиків, температурну стабільність, герметичність пневматичних з'єднань і періодичність калібрування.

Важливою складовою є програмне забезпечення, яке повинно забезпечувати контроль допустимих режимів, збереження результатів і повідомлення оператора про виявлені відхилення. При цьому цифровий модуль не повинен замінювати обов'язкові процедури перевірки, установлені експлуатаційною документацією.

Упровадження цифрового вимірювального модуля потенційно забезпечить підвищення зручності контролю параметрів, зменшення кількості ручних операцій, поліпшення документування результатів і спрощення аналізу технічного стану аерометричних приладів.

Для підтвердження ефективності запропонованого рішення необхідно провести порівняльні випробування наявної та модернізованої апаратури за показниками точності, повторюваності результатів, тривалості перевірки та надійності роботи. До отримання експериментальних даних зазначені переваги слід розглядати як очікувані.

Запропоновано напрям удосконалення контрольно-перевірочної апаратури КПА-ПВД шляхом упровадження цифрового вимірювального модуля. Визначено його основні функціональні складові та принцип взаємодії з пневматичною системою і блоком керування. Реалізація такого рішення створює передумови для автоматизації вимірювальних операцій, удосконалення реєстрації результатів перевірки та підвищення ефективності технічного обслуговування аерометричних систем літака МиГ- 29.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вибір датчиків тиску, обґрунтування їхніх метрологічних характеристик, розроблення алгоритмів оброблення даних і проведення експериментальної перевірки запропонованої структури.

Для реалізації запропонованої структури КПА-ПВД доцільно: вибрати датчики тиску з цифровим інтерфейсом RS-485 Modbus RTU з межею похибки ±0,25%, а саме BD SENSORS DCT 571. Орієнтуючись на діапазон і допуски перевірки аерометричних приладів МиГ-29 необхідно обґрунтувати метрологічні характеристики шляхом зворотного розрахунку допустимої похибки вимірювального каналу та складання похибок з урахуванням температурної стабільності, довготривалого дрейфу та умов експлуатації. Алгоритми оброблення даних повинні включати температурну компенсацію, цифрову фільтрацію та усереднення, самодіагностику достовірності й автоматичне формування звітів.

В подальшому необхідно провести експериментальну перевірку у формі порівняльних випробувань наявної та модернізованої апаратури в 5–8 точках тиску прямого й зворотного ходу з оцінюванням точності, повторюваності, тривалості перевірки та надійності, за результатами яких кількісно підтвердити очікувані переваги.

Список використаних джерел:

1. Аерометричні прилади та системи : навч. посіб. / А. М. Зарубін. – Х. : ХУПС, 2013. − 156 с.

2. Baek U.-R., Kim S.-S., Kim S.-H., Park C.-B., Choi K.-Y. Development and Validations of Air Data System using MEMS Sensor for High-Performance UAV. Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences. 2008. Vol. 36, No. 10. P. 1017–1025.

***Родюк Євгеній Анатолійович*** – Харківський національний університет *Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач 262 навчальної групи, м. Харків, Україна; email: zhieka1.rodiuka1@gmail.com.*

***Нестерова Діана Володимирівна*** – *Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач 262 навчальної групи, м. Харків, Україна; email: diananesterova29@gmail.com.*

***Rodiuk Yevhenii Anatoliiovych*** – *Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, student of Training Group 262, Kharkiv, Ukraine; email: zhieka1.rodiuka1@gmail.com.*

***Nesterova Diana Volodymyrivna*** – *Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, student of Training Group 262, Kharkiv, Ukraine; email: diananesterova29@gmail.com.*